


# SOLID STATE IMAGING ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

**Patent number:** JP2003264284  
**Publication date:** 2003-09-19  
**Inventor:** KONISHI MINORU  
**Applicant:** SANYO ELECTRIC CO LTD  
**Classification:**  
- **International:** H01L27/148; H01L27/14; H04N5/335  
- **European:**  
**Application number:** JP20020063611 20020308  
**Priority number(s):**

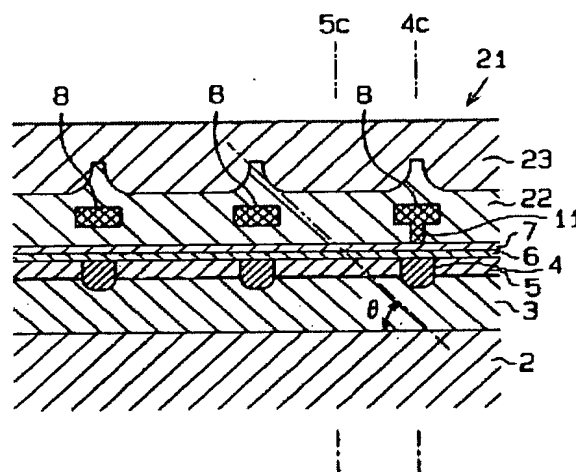
Also published as:

 US2003168678 (A1)

## Abstract of JP2003264284

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the photodetecting sensitivity of a solid state imaging element.

**SOLUTION:** An insulating film 22 is made of an insulating material having optical transparency, and is made, for example, of a silicon oxide having its refractive index of about 1.4 to 1.5. The film 22 is formed on a transfer electrode 7, and has a shape which is continuously thicker in the film toward an isolating region 4 at the region 4 side on a channel region 5. A protective film 23 is made of a material having an optical transparency, and has the refractive index higher than that of the film 22, and is made, for example, of a silicon nitride having the flux of about 2. This film 23 is formed so as to cover the whole surface of the film 22 so that the surface is formed flat.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-264284

(P2003-264284A)

(43) 公開日 平成15年9月19日 (2003.9.19)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テームコード\* (参考)

H 0 1 L 27/148

H 0 4 N 5/335

U 4 M 1 1 8

27/14

H 0 1 L 27/14

B 5 C 0 2 4

H 0 4 N 5/335

D

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2002-63611 (P2002-63611)

(22) 出願日 平成14年3月8日 (2002.3.8)

(71) 出願人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 小西 稔

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100111383

弁理士 芝野 正雅

Fターム (参考) 4M118 AA01 AB01 BA09 BA12 CA08

CA32 CA34 EA16 EA20 FA06

FA27 GD04 GD05 GD08

5C024 CX41 CY47 EX23 EX55 GX02

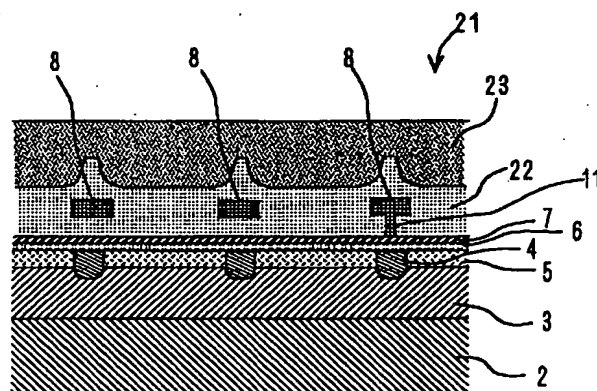
GX07 GZ22

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子の受光感度を向上させる。

【解決手段】 絶縁膜22は、光学的に透明性を有する絶縁材料からなり、屈折率が、例えば、1.4~1.5程度の酸化シリコンからなる。この絶縁膜22は、転送電極7の上に形成され、チャネル領域5上の分離領域4側で分離領域4へ向かって連続的に膜厚が厚くなる形状を有している。保護膜23は、光学的に透明性を有する材料からなり、屈折率が絶縁膜22より高い、例えば、2程度の窒化シリコンからなる。この保護膜23は、絶縁膜22の表面全体を覆うように形成され、その表面が平坦に形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体基板と、この半導体基板の一主面に互いに一定の距離を隔てて平行に配列される複数のチャネル領域と、この複数のチャネル領域の間に配置される複数の分離領域と、前記半導体基板上に前記複数のチャネル領域と交差する方向に延在して配列される複数の転送電極と、前記複数の転送電極上に前記複数の分離領域に沿って配置される複数の電力供給線と、前記複数の転送電極上に前記複数の電力供給線を覆って積層される透光性の絶縁膜と、前記絶縁膜よりも高い屈折率を有し、前記絶縁膜上に積層される透光性の保護膜と、を備え、前記透光性の絶縁膜は、前記チャネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域に向かって連続的に膜厚が厚くなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】 請求項1に記載の固体撮像素子において、前記透光性の絶縁膜は、前記分離領域上で前記チャネル領域へ向かって連続的に膜厚が薄くなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項3】 半導体基板の一主面に複数のチャネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャネル領域の間に複数の分離領域を形成する第1の工程と、前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャネル領域と公差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第2の工程と、透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第3の工程と、前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第4の工程と、前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャネル領域に沿って薄くする第5の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記絶縁膜を等方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記チャネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域へ向かって連続的に厚くする第6の工程と、前記絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を前記半導体基板上に残った前記絶縁膜上に積層する第7の工程と、を有することを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

【請求項4】 請求項3に記載の固体撮像素子の製造方法において、前記第6の工程は、前記絶縁膜の膜厚を前記分離領域上で前記チャネル領域へ向かって連続的に薄くすることを特徴とする固体撮像素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本願発明は、受光効率を改善した固体撮像素子及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 図10は、従来のフレーム転送方式の固体撮像素子の概略構成を示す平面図である。フレーム転送方式の固体撮像素子1は、撮像部1i、蓄積部1s、

水平転送部1h及び出力部1dを備えて構成される。撮像部1iは、垂直方向に互いに平行に配置される複数の垂直シフトレジスタから構成され、垂直シフトレジスタの各ビットが各受光画素を形成する。蓄積部1sは、撮像部1iを構成する複数の垂直シフトレジスタに連続する複数の垂直シフトレジスタから構成される。水平転送部1hは、蓄積部1sの出力側に設けられる1列の水平シフトレジスタから構成され、その各ビットが、複数の垂直シフトレジスタの各列に対応付けられる。出力部1dは、水平転送部1hから出力される情報電荷を受ける容量を備えて構成される。

【0003】 この構成において、撮像部1iに構成される複数の受光画素で発生する情報電荷は、所定の期間各受光画素に蓄えられ、フレーム転送クロック $\phi f$ にตอบสนองして、高速で蓄積部1sに転送される。そして、蓄積部1sに一時的に蓄積され、垂直転送クロック $\phi v$ にตอบสนองして、順次1ライン単位で水平転送部1hに転送される。水平転送部1hに転送された情報電荷は、水平転送クロック $\phi h$ にตอบสนองして、順次1画素単位で出力部1dに転送され、逐次電圧値に変換されて画像信号Y(i)として出力される。

【0004】 図11は、撮像部1iの一部構成（図10中の領域A）を示す平面図であり、図12は、図11のX-X断面図である。

【0005】 N型のシリコン基板2の一主面上に素子領域となるP型の拡散層3が形成される。このP型の拡散層3の表面領域に、P型の不純物が高濃度に注入された複数の分離領域4が互いに一定距離を隔てて平行に配置される。これらの分離領域4の間には、N型の拡散層が形成され、情報電荷の転送経路となる複数のチャネル領域5が形成される。複数のチャネル領域5の上には、薄い酸化シリコンからなるゲート絶縁膜6を介して、多結晶シリコンの複数の転送電極7が、複数のチャネル領域5と交差する方向に延在して互いに平行に配置される。これらの転送電極7には、例えば、3相のフレーム転送クロック $\phi f1 \sim \phi f3$ が印加され、これらのクロックパルスによってチャネル領域5のポテンシャルの状態が制御される。複数の転送電極7の上には、ゲート絶縁膜6と同一材料の層間絶縁膜が形成され、この層間絶縁膜上で分離領域5を覆うように、例えば、アルミニウムからなる複数の電力供給線8が配置される。これら複数の電力供給線8は、分離領域5と転送電極7の交点で層間絶縁膜に所定の間隔で形成されるコンタクトホール11を介して転送電極7に接続される。例えば、3相駆動の場合、転送電極7の2本おきにコンタクトホール11が設けられ、各電力供給線8が転送電極に2本おきに接続される。これら複数の電力供給線8を覆うように更に層間絶縁膜9が形成され、更に、この層間絶縁膜9の上に窒化シリコンからなる表面保護膜10が形成される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】上述の固体撮像素子の場合、受光領域上で分離領域4を覆うように複数の電力供給線8が形成されている。これら複数の電力供給線8で用いられているアルミニウム材料は、一般に光を反射する特性を有している。このため、受光領域に一様に入射される光のうち、電力供給線8上に入射される光が電力供給線8の表面で反射してしまう。したがって、電力供給線8上に入射される光がチャンネル領域5に導かれず、情報電荷として取り込まれないという不都合があった。

【0007】そこで、本願発明は、上述の問題を解決するべく、効率良く光を画素領域に取り込んで、受光感度を向上させることのできる固体撮像素子及びその製造方法を提供することを特徴とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本願発明は、上述の課題に鑑みて為されたものであり、その特徴とするところは、半導体基板と、この半導体基板の一主面に互いに一定の距離を隔てて平行に配列される複数のチャンネル領域と、この複数のチャンネル領域の間に配置される複数の分離領域と、前記半導体基板上に前記複数のチャンネル領域と交差する方向に延在して配列される複数の転送電極と、前記複数の転送電極上に前記複数の分離領域に沿って配置される複数の電力供給線と、前記複数の転送電極上に前記複数の電力供給線を覆って積層される透光性の絶縁膜と、前記絶縁膜よりも高い屈折率を有し、前記絶縁膜上に積層される透光性の保護膜と、を備え、前記透光性の絶縁膜は、前記チャンネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域に向かって連続的に膜厚が厚くなることにある。

【0009】また、その製造方法として、半導体基板の一主面に複数のチャンネル領域を互いに一定の距離を隔てて平行に配列すると共に、前記複数のチャンネル領域の間に複数の分離領域を形成する第1の工程と、前記半導体基板上に複数の転送電極を前記複数のチャンネル領域と公差する方向に延在して形成すると共に、前記複数の転送電極の上に複数の電力供給線を前記分離領域を覆って形成する第2の工程と、透光性の絶縁膜を所定の膜厚で前記複数の転送電極上に積層する第3の工程と、前記複数の電力供給線を覆って前記複数のチャンネル領域に沿って延在するマスクパターンを前記絶縁膜上に形成する第4の工程と、前記マスクパターンに沿って前記絶縁膜を異方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記複数のチャンネル領域に沿って薄くする第5の工程と、前記異方的なエッチング処理が施された前記絶縁膜を等方的にエッチングし、前記絶縁膜の膜厚を前記チャンネル領域上の前記分離領域側で前記分離領域に向かって連続的に厚くする第6の工程と、前記絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を前記半導体基板上に残った前記絶縁膜上に積層する第7の工程と、を有することを特徴とする。

【0010】本願発明によれば、保護膜と絶縁膜との界面がプリズムと同様の機能を果たし、電力供給線8に入射される光をチャンネル領域へ導くことができる。これにより、受光領域に照射される光を効率良く情報電荷に変換することができる。

【0011】

【発明の実施の形態】図1は、本願発明の固体撮像素子の実施形態を示す構成であり、図12と同一部分を示している。尚、この図において、N型シリコン基板2、P型拡散層3、分離領域4、チャンネル領域5、ゲート絶縁膜6、転送電極7及び電力供給線8は、図10に示すものと同一である。本願発明の特徴とするところは、複数の転送電極7の上に、電力供給線8を覆いつつチャンネル領域5側から分離領域4の中心に向かって連続的に膜厚が厚くなる透光性の絶縁膜22を形成すると共に、その絶縁膜22上に絶縁膜22よりも高い屈折率を有する透光性の保護膜23を形成することにある。

【0012】絶縁膜22は、光学的に透明性を有する絶縁材料からなり、屈折率が、例えば、1.4～1.5程度の酸化シリコン及びBPSG(Boron Phosphorous Silicate Glass)膜からなる。この絶縁膜22は、転送電極7の上に形成され、複数の電力供給線8を形成するための第1層目の酸化シリコンと、第1層目上に電力供給線8が形成された後に、電力供給線8の上に積層される第2層目のBPSG膜との少なくとも2層構造からなる。絶縁膜22は、チャンネル領域5上の分離領域4側で分離領域4へ向かって連続的に膜厚が厚くなる形状を有している。本実施形態の場合は、保護膜23との界面が、分離領域4上の中心付近からチャンネル領域5上の一部にかけてなだらかな曲面形状をなし、その曲面形状の一端からチャンネル領域5上の中心に向かって平面形状をなしている。尚、分離領域4（電力供給線8）の幅が十分に広い場合、曲面形状が分離領域4上のみで形成され、チャンネル領域4上では、平面形状だけが形成される構造となっても良い。

【0013】保護膜23は、光学的に透明性を有する材料からなり、屈折率が絶縁膜22より高い、例えば、屈折率が2程度の窒化シリコンからなる。この保護膜23は、絶縁膜22の表面全体を覆うように形成され、その表面が平坦に形成される。

【0014】このように、透光性を有し、且つ、その膜厚がチャンネル領域5側から分離領域3の中心に向かって連続的に厚くなる絶縁膜22の上に絶縁膜22よりも屈折率の高い透光性の保護膜23を積層することで、絶縁膜22が電力供給線8上でプリズムとして機能し、電力供給線8に入射される光をチャンネル領域4へ導くことができる。

【0015】また、絶縁膜22について、保護膜23との界面が分離領域5とチャンネル領域4との境界付近で曲面形状をなしており、特に、絶縁膜22及び保護膜23

の界面とN型シリコン基板1の表面とでなす角度が、電力供給線8の中心部に近づくほど大きくなるように設定されている。これにより、N型シリコン基板1の表面に対して垂直に入射される光は、電力供給線8の中心部分に近づくほど大きく屈折され、より多くの光を効率的にチャネル領域4内へ導くことができる。

【0016】尚、本実施形態においては、保護膜23の材料として、窒化シリコン膜を例示しているが、本願発明は、これに限られるものではない。即ち、絶縁膜22と比べて屈折率が高く、かつ、透光性を有している材料であれば良い。そして、その材料の屈折率に合わせて曲面形状の角度を適宜調節することで、本実施形態と同等の作用を得ることができる。

【0017】図2は、本実施形態を採用した場合の光線追跡のシミュレーション結果を示す図である。この図2によれば、電力供給線8上に入射される光が効率良くチャネル領域4側へ集光されるのを確認することができる。

【0018】図3乃至図9は、本願発明の固体撮像素子の製造方法を示す工程別の断面図である。尚、この図においては、図1に示す部分と同一の部分を示している。

#### 【0019】第1工程：図3

N型シリコン基板2の表面領域に、ボロン等のP型の不純物を拡散し、素子領域となるP型拡散層3を形成する。このP型拡散層3内に、更にP型の不純物を選択的に注入して分離領域4を形成し、これら分離領域4の間隙に、リン等のN型の不純物を注入してチャネル領域5となるN型拡散層を形成する。

#### 【0020】第2工程：図4

分離領域4及びチャネル領域5が形成されたN型シリコン基板2の表面を熱酸化し、酸化シリコンからなるゲート絶縁膜6を形成する。このゲート絶縁膜6の上にCVD法(Cheical Vapor Deposition: 化学的气相成長法)を用いて多結晶シリコン膜を形成する。そして、この多結晶シリコン膜をチャネル領域5と交差する所定の形状にパターニングし、転送電極7を形成する。

#### 【0021】第3工程：図5

転送電極7上にCVD法により酸化シリコンを積層し、1層目の絶縁膜を形成する。この1層目の絶縁膜に対し、分離領域4上となる位置にコンタクトホール11を形成する。そして、1層目の絶縁膜上にアルミニウムを積層し、所定の形状にパターニングして電力供給線8を形成する。

#### 【0022】第4工程：図6

電力供給線8が形成された1層目の絶縁膜上に、CVD法を用いてBPSG膜を積層し、1層目の絶縁膜と合わせた絶縁膜22を形成する。尚、このBPSG膜は、後の工程にてエッチング処理がなされるため、この第4工程では、加工後の最大膜厚よりも厚く形成され、その膜厚は、曲面形状を形成するのに十分な膜厚に設定され

る。そして、このBPSG膜の表面に熱処理を施して絶縁膜22の表面を平坦化する。

#### 【0023】第5工程：図7

絶縁膜22上にレジスト層31を積層し、このレジスト層31を電力供給線8に沿ってパターニングし、電力供給線8を覆うマスクパターン32を形成する。そして、マスクパターン32をマスクとして、絶縁膜22に異方性エッチング処理(例えば、ドライエッチング処理)を施し、絶縁膜22の膜厚をチャネル領域5に沿って薄くする。

#### 【0024】第6工程：図8

絶縁膜22上に残ったマスクパターン32を除去し、異方性エッチング処理の施された絶縁膜22に対して等方性エッチング処理(例えば、ウェットエッチング処理)を施す。この等方性エッチング処理により、チャネル領域5上で分離領域4側で分離領域4に向かって連続的に膜厚が厚くなる形状を絶縁膜22に形成することができる。このように、先ず、異方性エッチング処理を施した後に、等方性エッチング処理を施すという方法を用いることで、例えば、図1に示すような曲面形状を有する形状であっても容易に形成することができる。即ち、異方性エッチング処理の処理時間にてレンズ部分の膜厚を自由に設定することができる共に、等方性エッチング処理の処理時間にて曲面部分の角度を自由に設定することができる。これら2つのエッチング処理を適宜調節することにより、フレーム転送方式の固体撮像素子のような分離領域4の幅が極端に狭いタイプのものであっても、電力供給線8上の所定の位置に所望の形状を正確に形成することができる。

#### 【0025】第7工程：図9

絶縁膜22を形成したシリコン基板1上に、プラズマCVD法により窒化シリコンを積層し、絶縁膜22表面の全体を覆って保護膜23を形成する。そして、保護膜23の表面をエッチバック処理、又は、CMP法(Cheical Mechanical Polish: 化学的機械的研磨法)により平坦化する。

【0026】以上の製造方法によれば、図1に示す絶縁膜22及び保護膜23を有する固体撮像素子を得ることができる。

#### 【0027】

【発明の効果】本願発明によれば、透光性を有し、且つ、その膜厚がチャネル領域上の分離領域側から分離領域に向かって連続的に厚くなる絶縁膜の上に、絶縁膜よりも屈折率の高い透光性の保護膜を積層することで、絶縁膜が電力供給線上でプリズムとして機能し、電力供給線上に照射される光をチャネル領域へ導くことができる。これにより、半導体基板へ照射される光を効率的に光電変換することができ、受光感度を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】本願発明の実施形態を説明する断面図である。  
 【図2】本願発明の構造を採用した場合の光線追跡シミュレーションを示す図である。  
 【図3】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第1工程を説明する断面図である。  
 【図4】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第2工程を説明する断面図である。  
 【図5】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第3工程を説明する断面図である。  
 【図6】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第4工程を説明する断面図である。  
 【図7】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第5工程を説明する断面図である。  
 【図8】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第6工程を説明する断面図である。  
 【図9】本願発明の固体撮像素子の製造方法の第7工程を説明する断面図である。  
 【図10】従来のフレーム転送方式の固体撮像素子の概

略構成を示す平面図である。

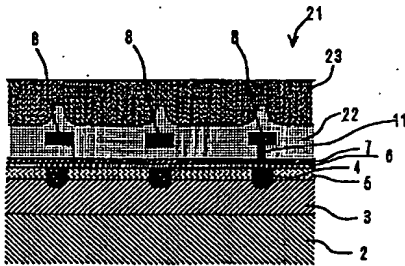
【図11】撮像部の構成を説明する平面図である。

【図12】撮像部の構成を説明する断面図である。

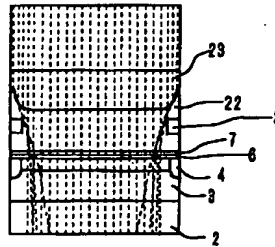
【符号の説明】

- 1、21：固体撮像素子  
 2：N型シリコン基板  
 3：P型拡散層  
 4：分離領域  
 5：チャネル領域  
 6：ゲート絶縁膜  
 7：転送電極  
 8：電力供給線  
 9：絶縁膜  
 10：表面保護層  
 11：コンタクトホール  
 22：絶縁膜  
 23：保護膜  
 31：レジスト層  
 32：転送電極

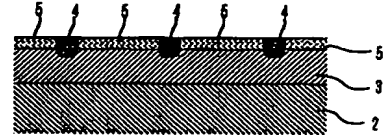
【図1】



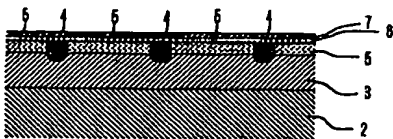
【図2】



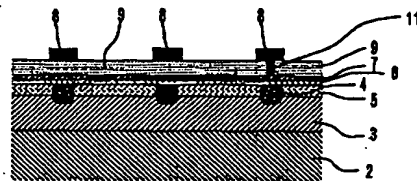
【図3】



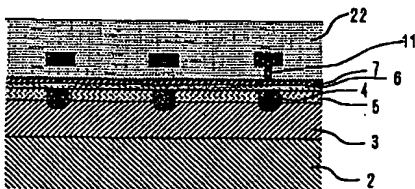
【図4】



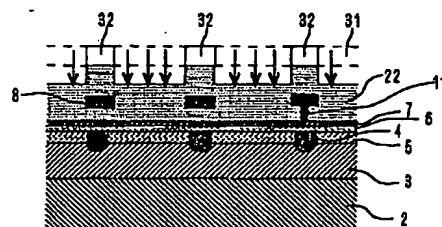
【図5】



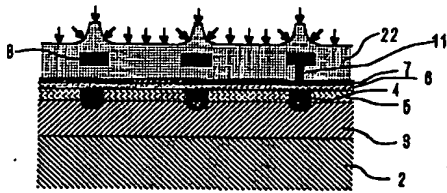
【図6】



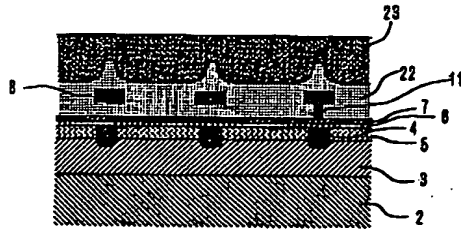
【図7】



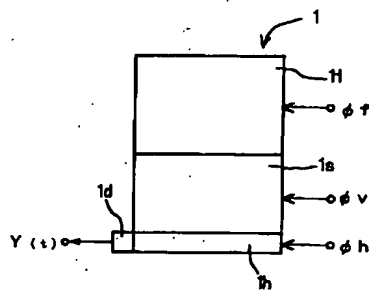
【図 8】



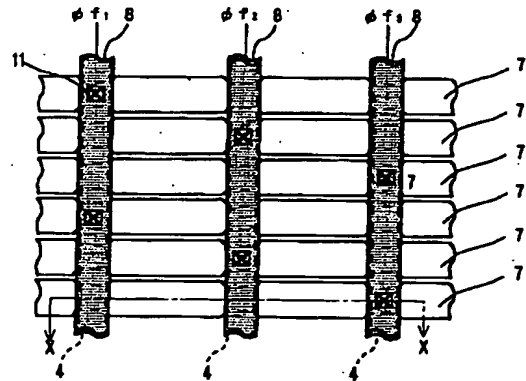
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

